

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(Национальный исследовательский университет)  
Факультет вычислительной математики и информатики  
Кафедра экономико-математических методов и статистики

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, директор завода  
печеных бубликов, доцент

\_\_\_\_\_ И.И. Иванов  
«    » \_\_\_\_\_ 2015 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой, д. ф.-м. н.,  
профессор

\_\_\_\_\_ А.В. Панюков  
«    » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Параллельная реализация метода эллипсоидов для задач оптимизации  
большой размерности

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ-010400.62.2015.11-001-1909 ВКР

Консультант,

\_\_\_\_\_ И.И. Петров  
«    » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Руководитель проекта,

\_\_\_\_\_ В.А. Голодов  
«    » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Автор проекта

студент группы ВМИ-413

\_\_\_\_\_ В.А. Безбородов  
«    » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Нормоконтролер, к. ф.-м. н.,  
доцент

\_\_\_\_\_ Т.А. Макаровских  
«    » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Челябинск 2015

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(Национальный исследовательский университет)  
Факультет вычислительной математики и информатики  
Кафедра экономико-математических методов и статистики

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой, д. ф.-м. н.,  
профессор

\_\_\_\_\_ А.В. Панюков

«    » \_\_\_\_\_ 2015 г.

### **З А Д А Н И Е**

на выпускную квалификационную работу студента

Безбородова Вячеслава Александровича

Группа ВМИ-413

1. Тема работы

Параллельная реализация метода эллипсоидов для задач оптимизации  
большой размерности

утверждена приказом по университету от «    » \_\_\_\_\_ 2015 г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной работы «    » \_\_\_\_\_ 2015 г.

3. Исходные данные к работе

3.1. Данные из учебной литературы;

3.2. Самостоятельно сконструированные тестовые данные.

4. Перечень вопросов, подлежащих разработке

4.1. Изучение общей схемы работы метода эллипсоидов;

4.2. Изучение приемов параллельной обработки данных;

4.3. Разработка класса (типа данных) для реализации параллельно выполняемых операций над матрицами с применением библиотеки GMP;

- 4.4. Разработка параллельной реализации метода эллипсоидов для задачи линейного программирования;
- 4.5. Оценка сложности полученной реализации;
- 4.6. Сравнение с известными методами решения;
- 4.7. Тестирование;
- 4.8. Проверка на модельных данных.
- 5. Иллюстративный материал
  - 5.1. Энергетическо-трудовой цикл 1л.
  - 5.2. Объект, предмет и цель дипломной работы 1л.
  - 5.3. Задачи дипломной работы 1л.
  - 5.4. Новая концепция управления экономическими системами 1л.
  - 5.5. Концептуальная схема модели 1л.
  - 5.6. Общий вид модели в среде VisSim 1л.
  - 5.7. Элементы модели энергетическо-трудового цикла 1л.
  - 5.8. Система уравнений модели животноводства 2л.
  - 5.9. Принцип управления 1л.
  - 5.10. Результаты эксперимента 10л.
  - 5.11. Заключение 1л.
  - 5.12. Благодарность за внимание 1л.

## 6. Календарный план

Наименование этапов дипломной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
1. Сбор материалов и литературы по теме дипломной работы	02.02.2015 г.	
2. Исследование способов построения математической модели задачи		
3. Разработка математической модели и алгоритма		
4. Реализация разработанных алгоритмов		
5. Проведение вычислительного эксперимента		
6. Подготовка пояснительной записки дипломной работы		
Написание главы 1		
Написание главы 2		
Написание главы 3		
Написание главы 4		
Написание главы 5		
Написание главы 6		
Написание главы 7		
Написание главы 8		
Написание главы 9		
Написание главы 10		
7. Оформление пояснительной записки		
8. Получение отзыва руководителя		
9. Проверка работы руководителем, исправление замечаний		
10. Подготовка графического материала и доклада		
11. Нормоконтроль		
12. Рецензирование, представление зав. кафедрой	10.06.2015 г.	

7. Дата выдачи задания «    »    2015 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_/А.В. Панюков/

Руководитель работы \_\_\_\_\_/В.А. Голодов/

Студент \_\_\_\_\_/В.А. Безбородов/

## АННОТАЦИЯ

Пьянков, В.А. Моделирование экономической системы древнего общества земледельцев-скотоводов на основе принципов физической экономики / В.А.Пьянков. – Челябинск: ЮУрГУ, Факультет экономики и управления, 2010. — 105 с., 17 илл. Библиографический список – 22 названия.

В дипломной работе приведены основные положения теории физической экономики, на основе которых была построена модель экономической системы древнего общества скотоводов-земледельцев.

Разработана имитационная модель экономической системы древнего общества скотоводов-земледельцев, учитывающая различные аспекты хозяйственной деятельности древнего общества времен неолита. В качестве инструментального средства разработки использована среда моделирования VisSim 7.0B14. Проведена симуляция модели и описаны результаты эксперимента.

					<b>ЮУрГУ–МД.010500.68.12.12.1624.004.000 ПЗ</b>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разраб.</i>		<i>Пьянков В.А.</i>			<i>Моделирование экономической системы древнего общества земледельцев-скотоводов на основе принципов физической экономики: Пояснительная записка</i>	<i>Лит.</i>			<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>		<i>Липенков А.Д.</i>				<i>Д</i>			<i>5</i>	<i>117</i>
<i>Рецензент</i>		<i>Турлакова С.У.</i>				<i>ЮУрГУ      Кафедра ЭММиС</i>				
<i>Н.Контр.</i>		<i>Панюкова Т.А.</i>								
<i>Утв.</i>		<i>Панюков А.В.</i>								

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	6
1 Метод эллипсоидов . . . . .	7
Заключение . . . . .	8
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК . . . . .	9

### Введение

В настоящее время [1] [2] задачи оптимизации получили чрезвычайно широкое распространение в технике, экономике, управлении. Типичными областями применения теории оптимизации являются прогнозирование, планирование промышленного производства, управление материальными ресурсами, контроль качества выпускаемой продукции, проектирование технологических линий (процессов), а также проектирование агрегатов и технических систем.

Успешность решения подавляющего большинства экономических задач зависит от наилучшего, наивыгоднейшего способа использования ресурсов. От того, как будут распределены эти, как правило, ограниченные ресурсы, будет зависеть конечный результат деятельности.

Задачи оптимизации большой размерности характеризуются высокой трудоемкостью. Нередко для их решения недостаточно мощности традиционных однопроцессорных компьютеров. В связи с этим для ускорения поиска решения необходимо использовать доступный ресурс аппаратного параллелизма современных вычислительных систем.

У начал разработки метода эллипсоидов стояли такие ученые, как Шор Н.З., Гершович В.И., Левин А.Ю., Юдин Д.Б., Немировский А.С., Журбенко Н.Г., Гулинский О.В., Поляк Б.Т.

В дальнейшем идеи данного метода продолжали разрабатывать Стецюк П.И., Годонога А.Ф., Донец Г.А. и др.

Данная работа посвящена описанию метода эллипсоидов и его применению для решения задач оптимизации большой размерности. Приводится описание схемы метода и особенности его применения для практической задачи

оптимизации. Рассматриваются проблемы эффективной реализации алгоритма (разработки программного обеспечения), ориентированного на многопроцессорные и многоядерные вычислительные системы с общей разделяемой памятью. Производится сравнение полученной реализации с существующими непараллельными реализациями метода эллипсоидов.

Таким образом, **объект** исследования в данной работе – метод эллипсоидов, **предмет** – параллельная реализация метода для ускоренного решения задач оптимизации большой размерности. **Задачами** работы являются:

- 1) разработка параллельной реализации метода эллипсоидов;
- 2) проверка и тестирование разработанного программного обеспечения;
- 3) проведение вычислительных экспериментов с полученной программной реализацией;
- 4) приложение параллельной реализации метода к задаче оптимизации большой размерности.

В итоге будет разработано соответствующее программное обеспечение, будут проведены и проанализированы вычислительные эксперименты.

В первой главе рассматриваются теоретические основы...

Во второй главе приведены данные, необходимых для...

В третьей главе приводится краткое описание...

В четвертой главе построена...

В пятой главе приводятся результаты вычислительных экспериментов...

## 1 Метод эллипсоидов

Рассмотрим алгоритм решения задачи выпуклого программирования, гарантирующий уменьшение объема области, в которой локализуется оптимум, со скоростью геометрической прогрессии, причем знаменатель этой прогрессии зависит только от размерности задачи [2].

Пусть имеется задача выпуклого программирования:

$$\min f_0(x) \tag{1.1}$$

при ограничениях

$$f_i(x) \leq 0, \quad i = 1, \dots, m, \quad x \in E_n. \quad (1.2)$$

$f_\nu(x)$  – выпуклые функции, определенные на  $E_n$ ;  $g_\nu(x)$  – соответствующие субградиенты, причем имеется априорная информация, что оптимальная точка  $x^*$  существует (она не обязательно единственная) и находится в шаре радиуса  $R$  с центром в точке  $x_0$  (формально к системе ограничений 1.2 можно добавить ограничение  $\|x - x_0\| \leq R$ ).

Рассмотрим следующий итеративный алгоритм (при  $n > 1$ ).

Перед первым шагом имеем  $x_0 \in E_n$ ,  $B_0 = I$  – единичная матрица,  $h_0 = \frac{R}{n+1}$ . Пусть проделано  $k$  шагов и получены  $x_k \in E_n$ ;  $B_k$  – матрица  $n \times n$ ,  $h_k > 0$ .

$(k + 1)$ -й шаг. Вычисляем:

$$1) \quad g(x_k) = \begin{cases} g_0(x_k), & \text{если } \max_{1 \leq i \leq m} f_i(x_k) \leq 0, \\ g_{i^*}(x_k), & \text{если } \max_{1 \leq i \leq m} f_i(x_k) = f_{i^*}(x_k) > 0. \end{cases} \quad (1.3)$$

Если  $g(x_k) = 0$ , то  $x_k$  – оптимальная точка; важно заметить, что

$$(g(x_k), x_k - x^*) \geq 0;$$

$$2) \quad \xi = \frac{B_k^* g(x_k)}{\|B_k^* g(x_k)\|}; \quad (1.4)$$

$$3) \quad x_{k+1} = x_k - h_k \cdot B_k \cdot \xi_k; \quad (1.5)$$

$$4) \quad B_{k+1} = B_k \cdot R_\beta(\xi_k), \quad \beta = \sqrt{\frac{n-1}{n+1}}; \quad (1.6)$$

$R_\beta(\xi_k)$  – оператор растяжения пространства в направлении  $\xi_k$  с коэффициентом  $\beta$ ;

$$5) \quad h_{k+1} = h_k \cdot r, \quad r = \frac{n}{\sqrt{n^2 - 1}}. \quad (1.7)$$

## Заключение

В данной работе были приведены основные положения, выведенные из идей физической экономики. На основе этих положений была построена модель экономической системы древнего общества скотоводов-земледельцев.



В дипломной работе выполнены следующие **задачи**:

- 1) построена имитационная модель экономической системы древнего общества скотоводов-земледельцев;
- 2) проведен имитационный эксперимент;
- 3) проверены теоретические положения.

Можно сделать следующие выводы после проведения симуляционного эксперимента в среде VisSim:

- 1) модель экономической системы древнего общества скотоводов-земледельцев является жизнеспособной и правдоподобно описывает поведение древней человеческой общины.
- 2) модель дает возможность объяснить экономическую сущность исторических фактов относительно древних общин периода неолита;
- 3) проверен принцип увеличения доли свободного времени в общем фонде социального времени по ходу развития общины.

Данная модель может быть улучшена путем более точного описания различных хозяйственных процессов, происходивших в экономике общины. Также возможно применение тензорной методологии для описания этих хозяйственных процессов, при этом уравнения примут более понятный внешний вид, не утратив своего содержания.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

- 1 Данилин, А. И. Основы теории оптимизации (постановки задач) [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. И. Данилин. — Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). — Электрон. текстовые и граф. дан. (1,2 МБайт). — Самара, 2011. — 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
- 2 Стецюк, П. И. Методы эллипсоидов и g-алгоритмы / П. И. Стецюк. — Нац. акад. наук Украины, Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова, Акад. транспорта, информатики и коммуникаций. — Кишинэу: Эврика, 2014. — 488 с.